

# Energetische Biomassenutzung im ländlichen Raum: naturräumliche Auswirkungen und planerische Perspektiven für ein regionales (Energie-)Ressourcenmanagement

Kanning, Helga

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

## Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Kanning, H. (2011). Energetische Biomassenutzung im ländlichen Raum: naturräumliche Auswirkungen und planerische Perspektiven für ein regionales (Energie-)Ressourcenmanagement. In H.-P. Tietz, & T. Hühner (Hrsg.), *Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung: Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme* (S. 191-217). Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung - Leibniz-Forum für Raumwissenschaften.  
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-280371>

## Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

## Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

*Helga Kanning*

**Energetische Biomassenutzung im ländlichen Raum –  
Naturräumliche Auswirkungen und  
planerische Perspektiven für ein regionales  
(Energie-)Ressourcenmanagement**

S. 191 bis 217

Aus:

Hans-Peter Tietz, Tanja Hühner (Hrsg.)

**Zukunftsfähige Infrastruktur und  
Raumentwicklung**

Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme

Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 235

Hannover 2011

Helga Kanning

# **Energetische Biomassenutzung im ländlichen Raum – Naturräumliche Auswirkungen und planerische Perspektiven für ein regionales (Energie-)Ressourcenmanagement<sup>1</sup>**

## *Gliederung*

- 1 Einleitung
- 2 Ausbau der energetischen Biomassenutzung
- 3 Die verschiedenen Bioenergiepfade
- 4 Die (natur-)räumlichen Auswirkungen und Akteure des regional besonders bedeutsamen Biogaspfades
  - 4.1 Auswirkungen auf Naturhaushalt und Raumnutzungen
  - 4.2 Akteurslandschaften und Gestaltungsansätze
- 5 Planerische Herausforderungen und Perspektiven für ein regionales (Energie-)Ressourcenmanagement

Literatur

## **1 Einleitung**

Am Beispiel der energetischen Biomassenutzung werden im Folgenden Wirkungszusammenhänge zwischen neu entstehenden technischen Infrastruktursystemen und (natur-)räumlichen Entwicklungen skizziert sowie planerische Strategien zur (Mit-)Gestaltung nachhaltiger, regionaler Energieversorgungssysteme aufgezeigt. Die energetische Nutzung von Biomasse stellt ein besonders geeignetes Beispiel dar, mit dem anknüpfend an den Beitrag von Hofmeister in diesem Band sowohl der Bedarf nach einer stärker ressourcenorientierten, integrierenden räumlichen Planung als auch entsprechende Entwicklungsperspektiven aufgezeigt werden können.

Biomasse ist ein primäres Produkt der natürlichen (Re-)Produktionsfunktionen: Sie wird in unseren Kulturlandschaften produziert und ihr Anbau bringt neue Bewirtschaftungs- und Landschaftsformen mit sich. Mittelfristig werden der energetischen Biomassenutzung die größten Wachstumspotenziale unter den erneuerbaren Energien zugesprochen. Zu erwarten ist daher eine Umstrukturierung der landwirtschaftlichen Produktion, die großflächig neue, bislang weitgehend unerforschte (natur-)raum- und akteursspezifische Wechselwirkungen und sichtbare Veränderungen der Kulturlandschaften mit sich bringt (Rode, Kanning 2006).

---

<sup>1</sup> Für die kritische Durchsicht und die sehr hilfreichen Kommentierungen des Manuskripts bedanke ich mich herzlich bei meinen Kolleg(inn)en aus dem SUNREG II-Projekt, Nina Buhr, Michael Rode, Katharina Steinkraus und Julia Wiehe, und aus dem ARL-Arbeitskreis „Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung“, speziell bei Sabine Hofmeister und Jochen Monstadt sowie bei allen anderen Mitgliedern des Arbeitskreises.

Aufgrund der knappen Flächenressourcen zeichnen sich bereits heute sowohl national und regional bedeutsame Nutzungskonkurrenzen als auch internationale Probleme durch Konkurrenzen mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion, steigende Importbedarfe und die Verlagerung von Umweltproblemen auf Entwicklungs- und Schwellenländer durch Anbau von Energie-Monokulturen ab. So stößt der zunächst uneingeschränkt positiv besetzte und sowohl aus energie- und klima- als auch aus wirtschaftspolitischen Gründen forcierte Ausbau der energetischen Biomassenutzung zunehmend auf kritische Stimmen (z. B. SRU 2007). Grundlegende Übereinstimmung besteht jedoch nach wie vor darin, dass die verstärkte Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen auch für energetische Zwecke ein wesentliches Potenzial für eine nachhaltige Energieversorgung in sich birgt (WBGU 2008). Die große Herausforderung besteht deshalb darin, sowohl sozial- und umweltverträgliche Energieversorgungssysteme zu entwickeln (Wiersbinski et al. 2007: 2) als auch die regionalen Wertschöpfungspotenziale optimal zu nutzen (z. B. Voß 2007).

So erwachsen mit dem Ausbau erneuerbarer Energien auch für die räumliche Planung neue Handlungsfelder, die weit über das traditionelle Planungsverständnis hinausgehen und deren Ausgestaltung sich noch am Anfang befindet. Hier setzt der vorliegende Beitrag an. Die traditionelle Raum- und raumbezogene Infrastrukturplanung fokussiert im Wesentlichen auf die Anlagen und Leitungssysteme der Ver- und Entsorgungssysteme (ARL 2000: 21 f., 135 ff.; siehe auch den Beitrag von Einig zur Koordination infrastruktureller Fachplanungen in diesem Band). Im Bereich der energetischen Biomassenutzung wird damit aber die aus (natur-)räumlicher Sicht besonders relevante Phase des Energiepflanzenanbaus komplett ausgeblendet. Mit dem vorliegenden Beitrag wird ein neuer ganzheitlicher Analyse- und Planungsansatz aufgezeigt, der „begin-of-pipe“ das gesamte System der energetischen Biomassenutzung von der Rohstoffgewinnung über die Umwandlungs- und Nutzungsphase bis zur Rückführung der Reststoffe in den Naturhaushalt ausleuchtet. Denn nur bei einer ganzheitlichen Betrachtung können die knappen regionalen (Energie-) Ressourcen zukünftig optimal für nachhaltige Energieversorgungen genutzt werden.

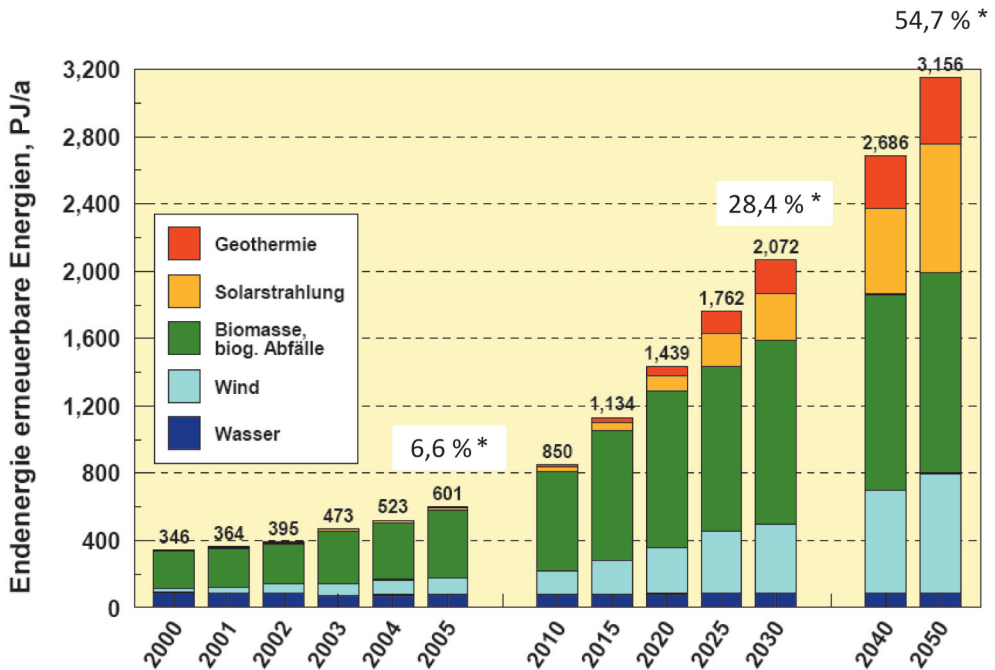
Vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien (Kap. 2) wird dafür der für die regionale Ebene besonders bedeutsame Biogaspfad (Kap. 3) mit seinen potenziellen (natur-)räumlichen Auswirkungen, neuen Akteurslandschaften und planerischen Gestaltungsansätzen mit Hilfe der Stoffstromanalysetechnik „begin-of-pipe“ beleuchtet (Kap. 4). Auf dieser Basis wird ein konzeptioneller Ansatz aufgezeigt, wie die räumliche Planung perspektivisch die Entwicklung nachhaltiger regionaler Energieversorgungssysteme mit Hilfe eines integrierten (Energie-)Ressourcenmanagements proaktiv (mit-)gestalten könnte (Kap. 5).

Um die ganzheitliche Betrachtungsweise zu unterstreichen, werden im vorliegenden Beitrag die zusammengesetzten Begriffe (Natur-)Raum und (Energie-)Ressourcen – bzw. analoge Begriffe im jeweiligen Kontext – verwendet: Der Begriff (Natur-)Raum betont die Zusammenhänge von naturräumlichen und raumbezogenen Fragestellungen, der Begriff (Energie-)Ressourcen weist daneben auf die unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten von Ressourcen hin, die gerade bei der hier betrachteten energetischen Biomassenutzung von besonderer Bedeutung sind.

## 2 Ausbau der energetischen Biomassenutzung

Ende 2007 hat die Bundesregierung ein ehrgeiziges, integriertes Energie- und Klimaprogramm mit einem konkreten Maßnahmenpaket vorgelegt, das weltweit Maßstäbe setzen soll. Hiermit gewinnen die Ausbaustrategien für erneuerbare Energien weiter an Dynamik. Während der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch 1990 noch 2,2 % betrug, soll dieser bis 2050 kontinuierlich um ca. 1 % pro Jahr steigen, sodass bis 2030 ein Anteil von ca. 30 % und im Jahre 2050 etwas mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien gespeist werden soll (Nitsch 2007: 20). Eine hundertprozentige Energieversorgung aus erneuerbaren Energien ist für das nächste Jahrhundert anvisiert.

Abb. 1: Endenergiebeitrag erneuerbarer Energien im Leitszenario 2006 nach Energiequellen



\* Anteil am Endenergieverbrauch

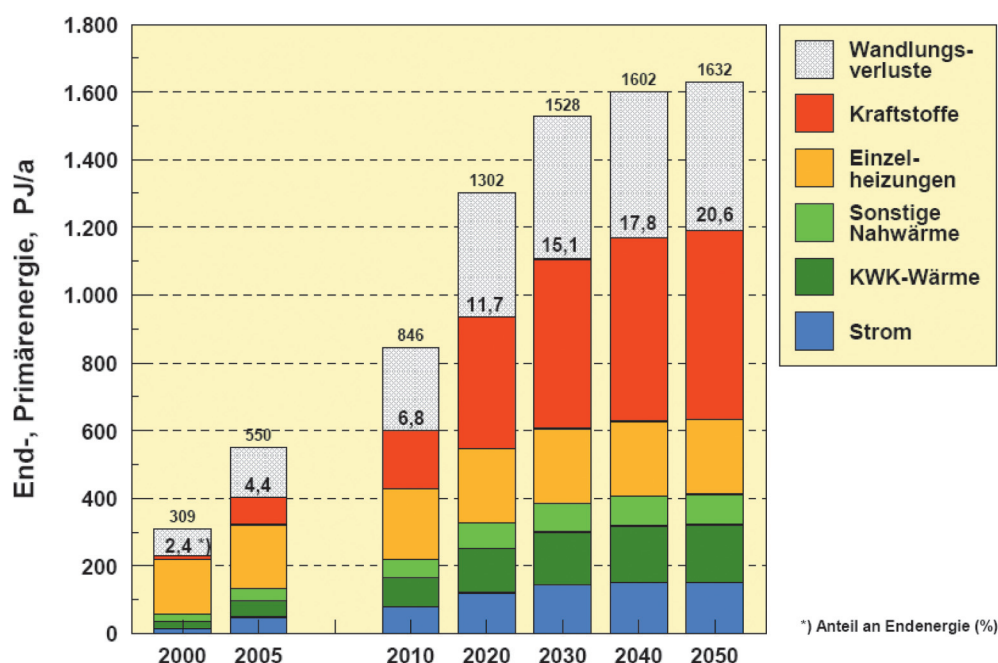
Quelle: Nitsch 2007: 23 (leicht verändert)

Nach dem Leitszenario 2006, dessen wesentliche Grundaussagen sich mit denen der aktualisierten Leitszenarien 2008 und 2009 decken, weisen die Ausbaupotenziale der verschiedenen Energieträger deutliche Unterschiede auf (siehe Abbildung 1): Die weitaus größten Wachstumspotenziale werden bis 2030 im Bereich der Biomasse gesehen. Betrug deren Anteil an der Endenergie 2005 noch 4,4 %, wird das Wachstumspotenzial bis 2020 ca. auf das Dreifache (11,7 %) und bis 2030 nahezu auf das Vierfache (15,1 %) geschätzt sowie mit einer geringeren Dynamik bis 2050 insgesamt auf 20,6 %. Langfristig werden die wesentlichen Wachstumspotenziale dann v. a. bei der Solarenergie, unterstützt durch

die Geothermie, gesehen. Daneben wird der Windenergie weiterhin ein stetiges Steigerungspotenzial prognostiziert, dagegen gilt die Wasserkraft bereits heute als weitgehend ausgeschöpft (Nitsch 2007: 23 f.).

Die besonderen Wachstumspotenziale der energetischen Nutzung von Biomasse hängen zum einen mit technischen Innovationen zusammen, zum anderen aber auch damit, dass Biomasse der einzige erneuerbare Energieträger ist, der gleichzeitig für alle drei Energiemärkte (Strom, Wärme, Kraftstoffe) von Bedeutung ist (siehe Abbildung 2). Diese entwickeln sich jeweils für sich dynamisch, nicht zuletzt aufgrund der verschiedenen, untereinander kaum abgestimmten Förderinstrumente.<sup>2</sup>

Abb. 2: Verwendung der eingesetzten Biomassen (Reststoffe, Energiepflanzen) nach Nutzungsarten und eingesetzte Primärenergie im Leitszenario, 2006



Quelle: Nitsch 2007: 24

Die energetische Biomassenutzung birgt zugleich die größten Veränderungen in der Fläche, denn um die ehrgeizigen Ausbauziele erreichen zu können, ist neben der verstärkten Nutzung biogener Reststoffe insbesondere der Anbau von Energiepflanzen erforderlich. Insgesamt wird der Flächenbedarf für die energetische Biomassenutzung

<sup>2</sup> Für den Ausbau der energetischen Biomassenutzung sind z. B. folgende Maßnahmen des integrierten Energie- und Klimaprogramms direkt von Bedeutung: Im *Strombereich* der weitere Ausbau der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung) und die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), im *Wärmebereich* das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz sowie die Verordnung zur Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz, im *Kraftstoffbereich* die Novelle des Biokraftstoffquotengesetzes.

damit etwa hundertfach größer geschätzt als der von Wind und Sonne. Jedoch variieren die Berechnungen in den verschiedenen Studien aufgrund unterschiedlicher Annahmen erheblich (ausführlich dazu SRU 2007: Tz 14 ff.). Nitsch (2007) geht von einem Anbauflächenbedarf von 4,2 Mio. ha bis 2030 aus, was einem Anteil von ca. 25 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht. Betrachtet man die Statistiken der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR), so ist der Energiepflanzenanbau bereits in den letzten zehn Jahren um das Vierfache gestiegen und hat im Jahr 2008 schon ca. 14,5 % der gesamten Ackerfläche eingenommen (FNR 2008a). Ungeachtet der Schwankungsbreiten wird damit deutlich, dass die Raumwirksamkeit dieser Entwicklungen allein aufgrund der Flächeninanspruchnahme erheblich ist.

Neben den Chancen, die die energetische Biomassenutzung besonders für ländliche Räume bietet, sind damit gleichzeitig auch Nutzungskonkurrenzen sowohl mit anderen (Natur-)Raumnutzungen als auch in der Landwirtschaft selbst vorprogrammiert: Da die knappen Flächenressourcen nicht vermehrt werden können, konkurriert der Anbau von Energiepflanzen nicht nur mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion, sondern z. B. ebenso mit der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe, und auch zwischen den verschiedenen energetischen Nutzungspfaden (Strom, Wärme, Kraftstoffe) selbst bestehen Konkurrenzen.

Insgesamt ist hiermit ein erhöhter planerischer Koordinierungsbedarf verbunden, wofür das vielfältig vorhandene, derzeit aber noch stark fragmentierte Know-how und Instrumentarium der räumlichen Planung gezielt weiterentwickelt werden sollte (SRU 2007: Tz 69 ff.). Die folgenden Kapitel sollen Wirkungszusammenhänge und Wege dorthin aufzeigen.

### 3 Die verschiedenen Bioenergiepfade

Methodisch lässt sich die ganzheitliche Betrachtung von Bioenergiesystemen mit Hilfe der Stoffstrom-/Prozesskettenanalysetechnik lösen. Stoffstrom-/Prozesskettenanalysen sind – in vielfältigen Varianten auch begrifflicher Art – insbesondere in technischen Bereichen anerkannte Instrumente zur ganzheitlichen Analyse der stofflich-energetischen Umsätze von Systemen.<sup>3</sup>

In der Nachhaltigkeitsdiskussion haben sie als Instrumente eines Stoffstrommanagements durch die grundlegenden Arbeiten der Enquete-Kommission (1994) und den damit einhergehenden Managementregeln zum nachhaltigen Umgang mit Stoffen und Energien Popularität erlangt (Held et al. 2000). Stoffstromanalysen haben das Ziel, Stoff- und Energieströme für abgegrenzte Systeme, je nach Zielsetzung für Teilausschnitte oder auch für komplexere Zusammenhänge, z. B. über verschiedene Phasen eines Transformationsprozesses hinweg von der Rohstoffgewinnung bis zur Verwertung bzw. Entsorgung nicht mehr benötigter Stoffe, zu identifizieren (qualifizieren) und zu quantifizieren. Auf diese Weise können auch prozessübergreifend Schwachstellen sowie mit den Stoffumsätzen verbundene positive und negative Umweltwirkungen identifiziert werden.

<sup>3</sup> Bereits seit Anfang der 1980er Jahre werden sie auch im Bereich der Abfallwirtschaft angewendet und besonders im Zusammenhang mit der um die ökologische Bewertung erweiterten Ökobilanzmethodik etwa seit Anfang der 1990er Jahre auch in der Umweltpolitik (vgl. weiterführend dazu Kanning 2001: 59 ff.).

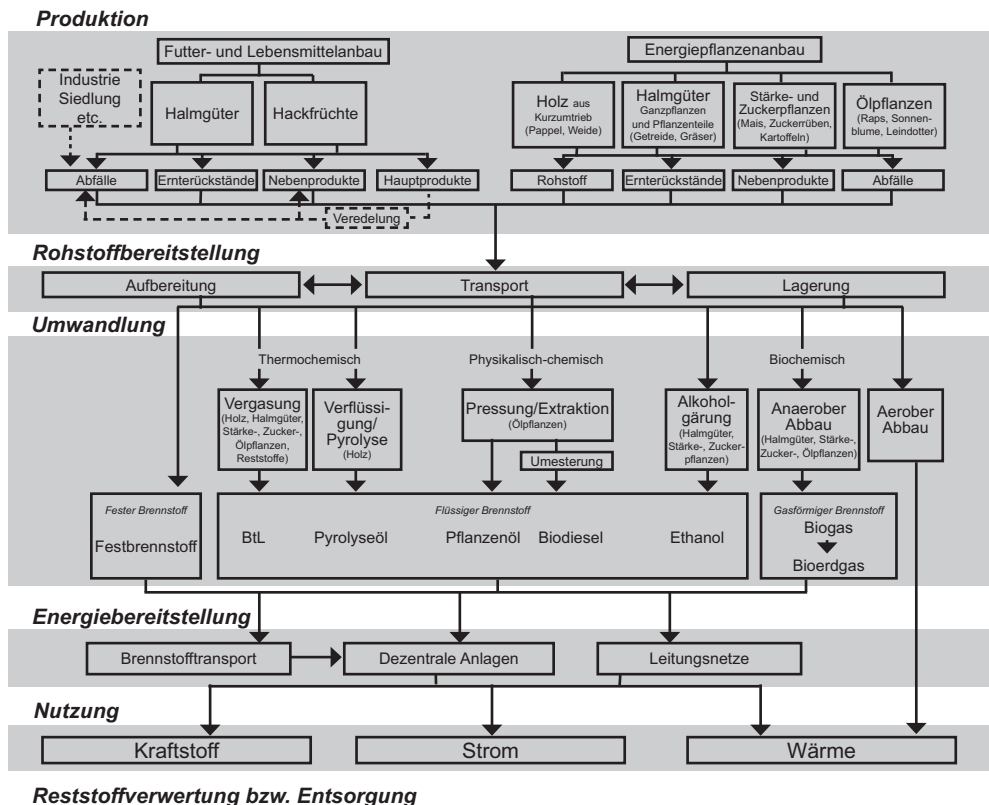


Abbildung 3 zeigt verschiedene physische Transformationsprozesse der Biomasse von der Produktion der Ackerfrucht über die Rohstoffbereitstellung und die verschiedenen Umwandlungstechniken bis hin zu deren Nutzung als Strom, Wärme und Kraftstoffe und die Verwertung bzw. Entsorgung anfallender Reststoffe, die in den Naturhaushalt zurückgefallen. Üblicherweise werden die verschiedenen Prozessketten auch als Bioenergiepfade bezeichnet, insbesondere entsprechend dem Produkt der Umwandlungsphase, z. B. als *Biomass to Liquid* (BtL) – oder Biogaspfad.

Neben den festen Brennstoffen vornehmlich zur Wärmenutzung sind für die Strom-, Wärme- und Kraftstoffnutzung derzeit verschiedene, unterschiedlich ausgereifte Bioenergiepfade von Bedeutung.

Auf dem Markt etabliert sind die Biokraftstoffe Biodiesel und Bioethanol. Aufgrund der relativ geringen CO<sub>2</sub>-Vermeidungsleistung bei gleichzeitig hohen Vermeidungskosten stellen die Biodiesel- und Ethanolherstellung aber im Hinblick auf Klimaschutzziele die ungünstigsten Bioenergiepfade dar (SRU 2007; WBA 2007), sodass deren Förderung derzeit stark in die Kritik geraten ist.

Abb. 3: Prozessketten verschiedener Bioenergiepfade



Quelle: Buhr et al. 2006 (verändert nach Kaltschmitt, Hartmann 2001), leicht verändert



Demgegenüber werden für BtL-Kraftstoffe<sup>4</sup> höhere Kraftstofferträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale prognostiziert (FNR 2006: 16 ff., 20 f.). Jedoch besteht noch hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf und die Markteinführung befindet sich noch in Vorbereitung.

Die vielversprechendsten Ausbaupotenziale bietet der Biogaspfad, weil Biogas – mit entsprechender Aufbereitung – sowohl zur Strom- und Wärme- als auch zur Kraftstoffnutzung geeignet ist. Durch die mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eingeführten Vergütungssätze für die Einspeisung ins Stromnetz und den Bonus für die Verwendung nachwachsender Rohstoffe (NawaRo-Bonus) wurde ein regelrechter Bauboom für landwirtschaftliche Biogasanlagen ausgelöst. Ende 2008 waren in Deutschland ca. 4.000 landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von ca. 1.400 Megawatt (MWel) in Betrieb (FNR 2008b). Allein in Niedersachsen sind von 2004 bis 2007 mehr als 450 neue Biogasanlagen ans Netz gegangen (Biogasforum 2007: 2). Mit einer elektrischen Leistung von ca. 370 MWel liegt Niedersachsen damit im bundesweiten Vergleich weit vor den anderen Ländern (Nds. MU 2007).

Noch liegt die Bedeutung der energetischen Biogasnutzung v. a. im Bereich der dezentralen Verstromung, die vor allem durch das EEG angestoßen wurde (IE 2007). Defizite bestehen demgegenüber bei der Wärmenutzung. Viele Biogaskraftwerke sind aufgrund des Privilegierungstatbestandes im baurechtlichen Außenbereich weit außerhalb der Ortschaften errichtet und die entstehende Wärme wird häufig ungenutzt über Notkühler an die Umgebung abgegeben. Gesichert nutzbar ist meist nur der Teil der anfallenden Wärme, der für die Heizung des Fermenters benötigt wird, was einem Anteil von ca. 25 bis 40 % entspricht. Dies ist bei etwa der Hälfte der seit 2004 entstandenen Anlagen der Fall. Durch den Anstieg der Rohstoffpreise sind viele dieser Anlagen aber wirtschaftlich nicht mehr effizient zu betreiben, sodass die Entwicklung geeigneter Wärmekonzepte inzwischen intensiv diskutiert wird.<sup>5</sup> Vorbildhafte, ganzheitliche Konzepte mit Nahwärmeverorgungsnetzen finden sich u. a. in Bioenergiedörfern, z. B. im niedersächsischen Jühnde.

Besondere Potenziale bietet zudem die Aufbereitung von Biogas zu Bioerdgas (Biomethan), wodurch es als Kraftstoff in Autos mit Erdgasantrieb eingesetzt oder auch direkt in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden kann. Letzteres wird seit August 2007 durch die Meseberger Beschlüsse forciert, wonach bis zum Jahr 2020 6 % und bis zum Jahre 2030 10 % des Erdgases durch Biogas ersetzt werden sollen.<sup>6</sup> Hierdurch zeichnet sich im Erdgasmarkt derzeit eine neue Dynamik ab,<sup>7</sup> die auch Veränderungen in den

<sup>4</sup> Synthetische Biokraftstoffe, die aus jeder Art von Biomasse gewonnen werden können (FNR 2006: 11). Derzeit befinden sich in Deutschland und auch anderen europäischen Ländern mehrere Verfahren zur Erzeugung von BtL in der Entwicklung.

<sup>5</sup> Siehe weiterführend dazu z. B. Dany (2008).

<sup>6</sup> Einen ersten Anstoß zur Förderung der Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz gab § 24 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG 2005). Die auf dessen Grundlage erlassene „Verordnung zur Förderung der Biogaseinspeisung“ vom 8. April 2008 gewährt Biogas unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Restriktionen Vorrang beim Anschluss an die Gasversorgungsnetze sowie beim Transport und fördert dadurch die bundesweite Vermarktung des dezentral erzeugten Biogases. Damit wurden die Weichen für die Meseberger Beschlüsse gestellt.

<sup>7</sup> Zu aktuellen Entwicklungen siehe z. B. die von der Deutschen Energie-Agentur (dena) betriebende Internetseite: <http://www.biogaspartner.de>.

Dimensionierungen der Anlagen sowie damit einhergehend auch in den vor- und nachgelagerten Phasen der Prozessketten (Kap. 4.1) und auch den Akteurslandschaften (Kap. 4.2) mit sich bringt.

Für die Entwicklung nachhaltiger, regionaler Energieversorgungssysteme lässt sich festhalten, dass die Nutzung von Biogas für Strom und Wärme nach derzeitigem Kenntnisstand – abgesehen von den biogenen Festbrennstoffen – den vielversprechendsten Bioenergiepfad darstellt: Zum einen weist er günstige CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenziale auf (SRU 2007). Zum anderen bietet er auch besondere regionale Wertschöpfungspotenziale, da Arbeitsplätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette entstehen: bei der Rohstofflieferung, bei Anlagenbauern und Komponentenherstellern, Zulieferern, bei Planung und Beratung sowie Forschung und Entwicklung (Buchholz, Wild 2008; Biogasforum 2007: 10).

## **4 Die (natur-)räumlichen Auswirkungen und Akteure des regional besonders bedeutsamen Biogaspfades**

### **4.1 Auswirkungen auf Naturhaushalt und Raumnutzungen**

Entgegen der besonderen Bedeutung des Biogaspfades sind die damit verbundenen Auswirkungen auf den Naturhaushalt und die Raumnutzungen bisher kaum bzw. sehr lückenhaft untersucht, sodass sich viele Diskussionsbeiträge auf Teilausschnitte der Prozesskette beziehen sowie auf Annahmen und Umfragen stützen und hier insgesamt noch erheblicher Forschungsbedarf besteht.<sup>8</sup>

Vor dem Hintergrund von empirischen Untersuchungen<sup>9</sup> in drei Regionen des ländlichen Raums in Niedersachsen, die mit ihren naturräumlichen Gegebenheiten eine relativ große Bandbreite von landwirtschaftlich genutzten Standorten in Niedersachsen abbilden,<sup>10</sup> werden im Folgenden die (natur-)räumlichen Auswirkungen des Biogaspfades auf der Basis nachwachsender Rohstoffe über die verschiedenen Prozesskettenphasen hinweg beleuchtet werden.

<sup>8</sup> Zu Auswirkungen auf Natur und Landschaft s. z.B. DRL 2006; SRU 2007; Peters 2007; Günnewig, Wachter 2007 sowie zu Umweltauswirkungen BMU 2008a.

<sup>9</sup> Die Untersuchungen wurden in dem Projekt „Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse – Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade (SUNREG II)“ vom Institut für Umweltplanung (IUP) der Universität Hannover in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Agrartechnik in Potsdam-Bornim (ATB) durchgeführt (Rhode, Kanning 2010), das von 2006 – 2009 durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), das Niedersächsische Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie die Volkswagen AG finanziell unterstützt wurde. Ziel des Projektes war es, Handlungsempfehlungen für relevante Akteursgruppen zur Förderung eines (natur-)raumverträglichen Ausbaus der energetischen Biomassenutzung zu entwickeln. Als Datengrundlage dienten die Potenzialanalysen, fruchtfolgebezogenen Anbauversuche und Szenarien ökonomisch relevanter Ausbaupfade des Projekts „SUNREG – Rohstoffe für die SunFuel®-Produktion (SUNREG I)“, einem Projekt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, dem Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) und dem Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe (3N). Die SUNREG-Projekte sind eingegliedert in den Verbund „Biomasse für SunFuel®“ der Bundesländer Brandenburg, Hessen und Niedersachsen sowie der Volkswagen AG.

<sup>10</sup> Region 1 Braunschweig/Hildesheim: gute Böden, Hohertragsackerbau, Region 2 Soltau: leichte Böden, Ackerbau, Region 3 Emsland/Grafschaft Bentheim: leichte Böden, Ackerbau und Viehzucht/Gülleüberschuss.

Methodisch basieren die Einschätzungen auf dem Prinzip der *Ökologischen Risikoanalyse*, die in der räumlichen Planung eine anerkannte Methode zur Beurteilung von Umweltauswirkungen darstellt. Diese Methodik kann auf die energetische Biomassenutzung übertragen werden, indem einerseits die Wirkungen der Verursacherseite (Wirkfaktoren), andererseits die Empfindlichkeiten der Betroffenenseite, d.h. der Landschaftsfunktionen und Raumnutzungen, bewertet und überlagert werden. Auf diese Weise lassen sich sowohl potenzielle Konflikte als auch Synergien zwischen der neuen Landnutzung und den (natur-)räumlichen Gegebenheiten identifizieren und bewerten. Dabei werden die Wirkungszusammenhänge Bottom-up zunächst auf der Ebene der einzelnen Fläche bzw. des Schlates untersucht und in einem weiteren Schritt auf die Landschafts- und Regionsebene übertragen (Buhr et al. 2006).

Durch eine Verknüpfung mit der Stoffstromanalysetechnik (s. Kap. 3) lassen sich zudem die Auswirkungen einzelner Phasen sowie auch phasenübergreifende Wechselwirkungen systematisch erfassen. In der Praxis der deutschen raumbezogenen Planung ist die Stoffstromanalysetechnik noch weitgehend unbekannt.<sup>11</sup> Sie bietet jedoch für die neuen Fragestellungen im Kontext der erneuerbaren Energien einen innovativen Analyseansatz: Auf dieser Basis können sowohl die (natur-)räumlichen Auswirkungen entlang der verschiedenen Phasen der Prozesskette – von der Rohstoffproduktion bis zur Wiedereinbringung in den Naturhaushalt – als auch die Akteurslandschaften entlang der Prozess- und Wertschöpfungsketten systematisch ergründet werden. Zudem lassen sich auf diese Weise auch planerische Koordinierungsbedarfe und -möglichkeiten in den unterschiedlichen Phasen identifizieren. Im Gegenzug wird die Stoffstromanalyse durch die Verknüpfung mit umwelt- und raumplanerischen Methoden sozusagen „geerdet“, d.h. die in reinen stoffstromanalytischen Arbeiten noch enthaltene Trennung von Ressourcen- und Senkenfunktionen überwunden (Held et al. 2000, siehe dazu auch Hofmeister (Kap. 4) in diesem Band).

In Bezug auf die einzelnen Phasen des Biogaspfades (siehe Abbildung 3) werden im Folgenden einige wesentliche Wirkungszusammenhänge dargestellt. Ergänzend werden relevante Unterschiede zum BtL-Pfad aufgezeigt, der ebenso als vielversprechender Bioenergiepfad gilt und sich regional Konkurrenzen aufgrund der begrenzten Flächenkapazitäten ergeben könnten.

### *Produktions- bzw. Anbauphase*

Für die Biogasproduktion sind Mais und Getreide derzeit die leistungsfähigsten Kulturarten (Biogasforum 2007: 7). Für den BtL-Pfad zeichnet sich dagegen ab, dass Stroh und Holz (insbesondere aus Kurzumtriebsplantagen) aus ökonomischer und technischer Sicht die wichtigsten Rohstoffe sind (ETI o. J.). Für diese beiden Pfade sind daher keine direkten Rohstoff-, möglicherweise aber Flächenkonkurrenzen zu erwarten.

Auf der Ebene eines *einzelnen landwirtschaftlichen Schlates* lassen sich für den Biogaspfad aufgrund der vorrangigen Nutzung von bekannten Ackerfrüchten als Energiepflanzen

<sup>11</sup> Grundlegend zur Bedeutung für die Raumplanung s. Hofmeister 1989; Hofmeister, Hübler 1990; zur Verwendung im regionalen Kontext s. auch Baccini, Brunner 1991; Baccini, Bader 1996; zur Übersicht über die Begriffsvielfalt, Verwendungszusammenhänge und planungsbezogenen Perspektiven s. Kanning 2001.

nur geringe und auch positive Veränderungen gegenüber der Nahrungs- und Futtermittelproduktion prognostizieren, sofern die üblichen Standards für die Landwirtschaft (gute fachliche Praxis, Cross Compliance) eingehalten werden: Der Anbau von Energiemais unterscheidet sich nicht von dem Anbau von Mais für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Stark vereinfacht lässt sich daher feststellen, dass sich voraussichtlich weniger Probleme durch besonders umweltschädigende neuartige Anbauformen ergeben. Dagegen können durch neuartige Anbauverfahren auch positive Effekte für den Naturhaushalt erzielt werden, z. B. kann die Artenvielfalt durch neue Fruchtarten oder veränderte Fruchtfolgen erhöht werden (vgl. dazu Wiehe, Rode 2007: Tab. 1, 2).<sup>12</sup>

Relevante Auswirkungen auf den (Natur-)Raum können dagegen insbesondere auf der *Landschafts- und Regionsebene* durch die flächenhafte Zunahme des Energiepflanzenanbaus entstehen. Aufgrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Flächen können sich dadurch direkte Flächenkonkurrenzen mit anderen Raumnutzungen ergeben, gleichzeitig können aber auch durch die Auswirkungen auf den Naturhaushalt bzw. die Landschaftsfunktionen, z. B. durch stoffliche Mengenzuwächse (Düngemittel, Wasserverbrauch etc.), die Nutzungsqualitäten dieser Flächen beeinflusst werden (Buhr, Kanning 2008b).

Grundsätzlich können durch den Energiepflanzenanbau für Biogasanlagen alle Landschaftsfunktionen wie die Biotop-, Landschaftserlebnis-, Wasserdargebots-, Retentions-, klimatische Ausgleichsfunktion, natürliche Ertrags- sowie die Archivfunktion der Böden betroffen sein (Wiehe, Rode 2007: 110). Betroffene Raumnutzungen können insbesondere der vorbeugende Hochwasserschutz, die Trinkwassergewinnung, der Naturschutz, die landschaftsbezogene Erholung, die Siedlungsentwicklung und die Nahrungs- und Futtermittelproduktion der Landwirtschaft selbst sein (Buhr, Kanning 2008b).

Je nach Anbauverfahren, den jeweiligen Empfindlichkeiten der Landschaftsfunktionen und regionsspezifischen Raumnutzungen können die Auswirkungen in diesen Bereichen sowohl positiver als auch negativer Art sein (siehe Tabelle 1). Allerdings kommen die möglichen positiven Effekte in den betrachteten drei niedersächsischen Regionen in der Praxis noch nicht zum Tragen, so dass in dieser Hinsicht insgesamt noch erhebliche Anstrengungen durch Beratungsleistungen und ggf. auch finanzielle Unterstützung der Landwirte konstatiert werden können.

Auch kann die Beurteilung der Auswirkungen insgesamt kann letztlich nur (natur-)raum-spezifisch erfolgen, wie es die empirischen Untersuchungen in den drei niedersächsischen Modellregionen bestätigen. Neben den (natur-)räumlichen Gegebenheiten ist dabei u. a. entscheidend, welche Flächen genutzt werden. Werden z. B. ehemals extensiv genutzte Brachen intensiv bewirtschaftet, hat dieses gegenüber dem Status quo unweigerlich negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft zur Folge. Dieses war in allen drei betrachteten

---

<sup>12</sup> Optimierte Anbauversuche werden bspw. in dem Projekt EVA „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“, einem von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. geförderten Projekt, durchgeführt. In sechs typischen Anbauregionen Deutschlands werden hier seit Frühjahr 2005 drei Jahre lang verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen getestet. Die Gesamtkoordination liegt bei der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Jena, siehe dazu [www.energiepflanzen.info](http://www.energiepflanzen.info).

niedersächsischen Regionen der Fall (Rode, Kanning 2010: 76ff). In welchem räumlichen Wirkungsbereich mit potenziellen Wechselwirkungen auf andere Raumnutzungen zu rechnen ist, hängt zudem vom Einzugsbereich der Biogasanlage ab, der sich in Abhängigkeit von Standort, Anlagentyp und Leistung ermitteln lässt, wie im Folgenden skizziert wird.

Tab. 1: Wirkkomplexe Landschaftsbild/Landschaftserlebnis, Wind- und Wassererosion (Wirkfaktoren in Kursivschrift)

<b>Wirkkomplex Landschaftsbild / Landschaftserlebnis</b>	
<b>Mögliche positive Auswirkungen</b>	<b>Mögliche negative Auswirkungen</b>
größere Vielfalt an <i>Fruchtarten</i> (neue Blühaspekte, höherer Gehölzanteil bei Kurzumtrieb)	Veränderung der Sichtbeziehungen durch <i>höhere Bestände</i>
geringerer <i>Einsatz von Pflanzenschutzmitteln</i> und daher höherer Anteil von Ackerwildkräutern	höherer <i>Anteil</i> gleichartig bewirtschafteter Flächen in einer Landschaft und <i>Schlagvergrößerung</i>
<b>Wirkkomplex Wind- und Wassererosion</b>	
<b>Mögliche positive Auswirkungen</b>	<b>Mögliche negative Auswirkungen</b>
längere <i>Bodenbedeckung</i> durch Zweikulturnutzung oder Anbau von Zwischenfrüchten	derzeit hoher Anteil von Reihenkulturen (insbesondere Mais) in den <i>Energiefruchtfolgen</i>
evtl. geringerer <i>Reihenabstand</i>	frühere <i>Erntezeitpunkte</i> und damit geringere Bodenbedeckung im Sommer
geringere <i>Intensität der Bodenbearbeitung</i> bei Zweikulturnutzung	
große Flexibilität bei der Zusammenstellung der <i>Fruchtfolgen</i> (z. B. alternierend Nahrungsmittel- und Energiepflanzenanbau)	

Quelle: Wiehe, Rode 2007 (leicht verändert)

## Umwandlung

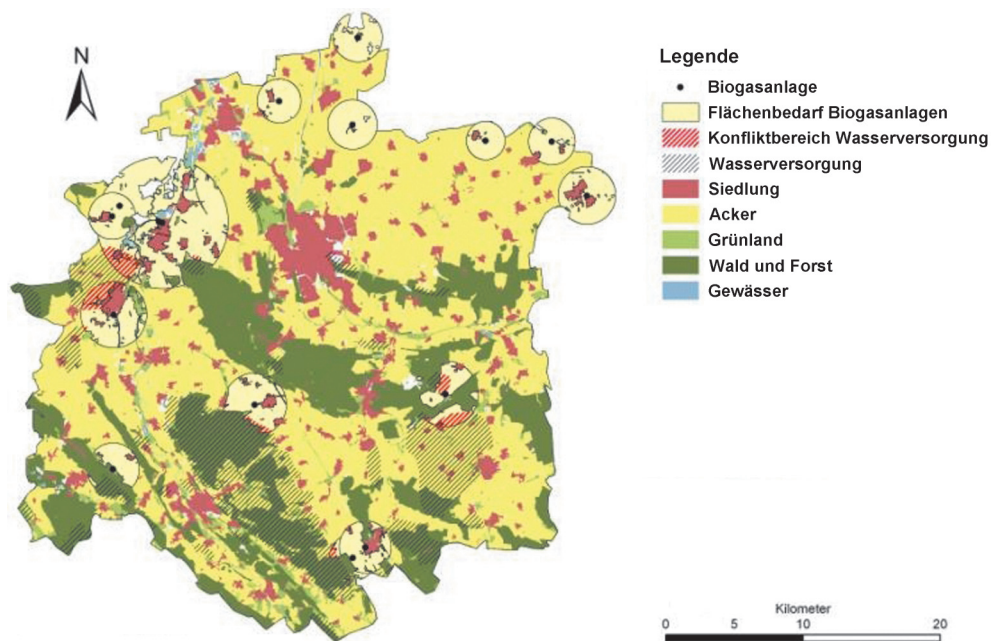
Die Auswirkungen der technischen Umwandlung in den Biogasanlagen selbst unterscheiden sich grundsätzlich nicht von den Auswirkungen anderer technischer Anlagen, die im Rahmen des vorhandenen, allerdings recht zersplitterten Planungsrechts standortbezogen abgeprüft werden (Günnewig, Wachter 2007: 303).<sup>13</sup> Besondere Problematiken können sich regionsspezifisch u. a. durch die Vielzahl kleiner – bis zu einer elektrischen Leistung von 500 kWel – nach § 35 BauGB im Außenbereich errichteter privilegierter Biogasanlagen

<sup>13</sup> Weiterführend zu genehmigungsrechtlichen Aspekten bei Biogasanlagen siehe Klinski (2008).

ergeben.<sup>14</sup> Von Bedeutung ist dabei insbesondere der räumliche Zusammenhang von Biogasanlagen und Anbauflächen, der mit dem vorhandenen Planungsrecht nicht erfasst wird.

Landwirtschaftliche Biogasanlagen werden als Kofermentations-Anlagen mit Gülle und nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) oder als reine NawaRo-Anlagen betrieben. Mit der Größe der Anlagen steigt zwangsläufig auch der Bedarf an Anbauflächen. Als Faustzahl wird mit 0,4 – 0,5 Hektar (ha) pro Kilowatt elektrischer Leistung (kW<sub>el</sub>) reiner NawaRo-Anbaufläche gerechnet (LWK 2007; Roskam 2006), unter Berücksichtigung einer dreigliedrigen Fruchtfolge mit bis zu 1,5 ha/kW<sub>el</sub>.<sup>15</sup> In Abhängigkeit von der Anlagenleistung und dem Gülleanteil ergibt sich daraus ein beträchtlicher Bedarf an Produktionsflächen, die sich aus transport-ökonomischen Gründen typischerweise im näheren Umkreis der Anlagen konzentrieren und hier zu potenziellen Konflikten mit anderen Raumnutzungen führen können (siehe Abbildung 4).

Abb. 4: Biogasanlagen, potenzielle Anbauflächen und Konflikte mit der Wasserversorgung im Landkreis Hildesheim



Quelle: Buhr, Kanning 2008a

<sup>14</sup> Im Landkreis Cloppenburg waren 2007 beispielsweise 73 Biogasanlagen in Betrieb, während es im benachbarten Landkreis Vechta nur 10 Anlagen waren (Biogasforum 2007: 5).

<sup>15</sup> Schindler, M. (Landwirtschaftskammer Niedersachsen): Mündliche Mitteilung vom 03.12.2007.



Deutlich größere Einheiten als im bäuerlichen Bereich zeichnen sich im neuen Erdgasmarkt ab: Hier werden beispielsweise von kommunalen Energieversorgungsunternehmen Biogasanlagen mit einer Leistung von 3,2 MWeL auf einer Anlagenfläche von 4,5 ha gebaut, für deren Betrieb Anbaubiomasse in Höhe von ca. 60.000 t/a benötigt und eine Anbaufläche von mehr als 1.300 ha angegeben wird (3N 2006). Um die Meseberger Ziele zu erreichen (siehe Kap. 3), müssen nach Einschätzung der Deutschen Energie-Agentur (dena) in den nächsten zwölf Jahren insgesamt 1.200 bis 1.800 – pro Jahr rund 120 – neue mittelgroße bis große Biogasanlagen mit einer thermischen Leistung von jeweils 3,5 bis 6 MW in Deutschland errichtet werden (3N 2008).

Noch größere Dimensionen nehmen Anlagen zur BtL-Produktion an: Hierfür wird ein Biomassebedarf von 1 Mio t/a angegeben (Dena 2006), der idealerweise jedoch nicht nur aus Anbaubiomasse (v. a. Holz aus Kurzumtriebsplantagen), sondern auch aus Kuppelprodukten (insbesondere Stroh) gespeist werden soll. Allein aufgrund der großen Mengenbedarfe an Biomasse werden die Einzugs- und Wirkungsbereiche aber für den BtL-Pfad um ein Vielfaches größer und auch die Anforderungen an eine entsprechende verkehrliche Infrastrukturanbindung erheblich anspruchsvoller als beim Biogaspfad sein (Steinkraus et al. 2010: 231ff.).

### *Energiebereitstellung, Nutzung*

Für die Phasen der Energiebereitstellung und Nutzung können derzeit noch keine wesentlichen Auswirkungen benannt werden. Die Biogasentwicklung in Deutschland kann als eine durch das EEG forcierte „Bottom-up-Bewegung“ charakterisiert werden, deren Nutzung sich bisher hauptsächlich auf die dezentrale Einspeisung aus den bäuerlichen Biogasanlagen ins vorhandene Stromnetz beschränkt.

Für die weitere Entwicklung zeichnet sich jedoch ab, dass eine Verbindung mit Wärmekonzepten erforderlich ist, damit die Anlagen langfristig wirtschaftlich tragfähig sind (siehe Kap. 3). Welche (natur-)räumlichen Auswirkungen damit verbunden sind, hängt von der Lage der Standorte zu geeigneten Wärmeabnehmern und/oder der Verknüpfung mit vorhandenen bzw. ggf. auch neu auszubauenden Nah- und Fernwärmeversorgungsnetzen ab, die weiterer Untersuchungen bedürfen. Hierzu könnte beispielsweise Erfahrungswissen aus Österreich hinzugezogen werden, wo der Infrastrukturausbau zur energetischen Biomassenutzung allgemein weiter vorangeschritten ist als in Deutschland, sich dort allerdings vornehmlich auf die Festbrennstoffnutzung konzentriert.<sup>16</sup>

### *Reststoffverwertung/Entsorgung*

Mit der Phase der Reststoffverwertung/Entsorgung schließt sich der Kreis zur Anbauphase, denn Art und Umfang der Verwertung bzw. der Entsorgung anfallender Nebenprodukte oder Rückstände sind entscheidend dafür, ob geschlossene regionale Nährstoffkreisläufe entstehen können und die Reproduktivität des Naturhaushalts erhalten und erneuert wird (siehe auch Hofmeister (Kap. 4) in diesem Band).

<sup>16</sup> Zur räumlichen Ausdifferenzierung der Bioenergieversorgung in Österreich s. z. B. Rohrer, Späth (2008); zur raumplanerischen Umsetzung örtlicher Nah- und Fernwärmeversorgungskonzepte Mitter, Stöglehner (2007).



Gegenüber den NawaRo-Anlagen bieten besonderes die Kofermentierungs-Biogas-anlagen<sup>17</sup> aufgrund der energetischen Verwertung von Gülle Vorzüge: Die organischen Abfallstoffe aus der Nutztierhaltung weisen erhebliche Biogaspotenziale auf und werden vor dem Ausbringen als Dünger noch energetisch genutzt. Zudem bietet die vergorene Gülle bei der Feldausbringung gegenüber Rohgülle im Allgemeinen einige Vorteile wie bessere Pflanzenverfügbarkeit des Stickstoffs, leichtere Ausbringung und besseres Eindringen der homogenen Gülle, pflanzenverträglichere Eigenschaften sowie geringere Geruchsemissionen und Keimbildung (BMU 2008a: 14 f.).

Allerdings besteht auch in Bezug auf die Umweltwirkungen von Biogasgülle insgesamt noch Forschungsbedarf (vgl. z. B. Unterfrauner 2008), sodass über die Vorteile und Schwachstellen derzeit noch keine abschließenden Aussagen getroffen werden können. So kann die Rückführung von Gärrückständen aus Biogasanlagen allein aufgrund des Mengenzuwachses auch zu erheblichen Problemen durch Nährstoffanreicherungen auf den Anbauflächen führen (z. B. SRU 2007: Tz 28). Letzlich sind daher auch diesbezüglich (natur-)raumspezifische Betrachtungen unabdingbar. Wichtige Beurteilungsgrößen hierfür sind die Größe der Anlagen bzw. die damit verbundenen Reststoffmengen sowie die jeweiligen (natur-)räumlichen Empfindlichkeiten (Wiehe et al. 2010).

Für den BtL-Pfad können für diese Phase derzeit noch keinerlei Aussagen getroffen werden, da u. a. der Aggregatzustand der verbleibenden Reststoffe noch unklar ist (Vodegel 2008).

Die vorangegangenen Ausführungen haben einige Facetten der (natur-)räumlichen Auswirkungen aufgezeigt, die mit der energetischen Biomassenutzung in den verschiedenen Transformationsphasen verbunden sein können. Deutlich ist daraus geworden, dass die einzelnen Phasen in wechselseitiger Abhängigkeit zueinander stehen und daher einer systemischen und gleichzeitig (natur-)räumlich konkreten Betrachtung bedürfen, um (natur-)raumspezifische Problemstellen zu identifizieren und Gestaltungsräume auszuloten.

## 4.2 Akteurslandschaften und Gestaltungsansätze

Um die vorhandenen Biogaspotenziale möglichst optimal für eine nachhaltige regionale Energieversorgung zu nutzen, bedarf es ebenfalls einer Kenntnis darüber, welche Akteure von Bedeutung sind und welche Faktoren eine (natur-)raumverträgliche Entwicklung hemmen oder fördern. Auch in dieser Hinsicht bestehen noch große Wissensdefizite. Vorhandene Forschungsarbeiten stellen bisher vornehmlich Wissen über Handlungsmuster einzelner Akteure bzw. Akteursgruppen bereit (z. B. BMU 2003; Hemmers et al. 2005).

---

<sup>17</sup> Während der Bau von NawaRo-Biogasanlagen durch den NawaRo-Bonus des EEG 2004 massiv angestiegen ist (siehe. Kap. 3), sieht das neue EEG 2009 einen zusätzlichen Gülle-Bonus bei mind. 30 % Gülleinsatz vor (BMU 2008b), sodass Kofermentierungs-Anlagen zukünftig wieder an Bedeutung gewinnen dürften.

Auf der Basis von Expertenerfahrungen und Erkenntnissen aus ähnlich gelagerten Diskussionsfeldern lassen sich mit Blick auf die unterschiedlichen Einflussmöglichkeiten und Gestaltungsoptionen drei bedeutende Akteurskategorien unterscheiden (Kanning et al. 2009):<sup>18</sup>

- Kategorie A: Aktiv agierende Akteure (Land- und Forstwirte, Anlagenbetreiber etc.) als „treibende“ Kräfte des Systems, die direkt an der Prozess- und Wertschöpfungskette beteiligt sind oder Wertschöpfung auslösen.
- Kategorie B: Direkt und indirekt betroffene Akteure der Raumnutzungen (Anwohner, Verbände, andere Raumnutzer [z.B. Touristen] etc.).
- Kategorie C: Weitere regional bedeutsame Akteure, die Entwicklungsprozesse (mit-)gestalten und/oder eine Bedeutung für regionale Innovationssysteme haben können (Planungs- und Entscheidungsträger in Kommunen, Forschung und Wissenschaft etc.).
- Über die regionale Ebene hinaus sind zudem auch „externe“ Einflüsse und Akteure relevant, die regionale Entwicklungen maßgeblich mitprägen (z.B. Energieversorgungsunternehmen, Fachverbände etc.).

Aus den empirischen Untersuchungen in Niedersachsen lassen sich insbesondere folgende Erkenntnisse hervorheben (Steinkraus et al. 2010):<sup>19</sup>

In *Kategorie A* nehmen die Landwirte derzeit eine zentrale Rolle ein, weil sie den Anbau der Energiepflanzen gestalten und darüber hinaus häufig gleichzeitig als Anlagenbetreiber über die gesamte Prozesskette hinweg aktiv beteiligt sind. Sie haben damit eine Schlüsselposition, denn sie sind potenzielle Problemverursacher und Problemlöser zugleich: Während sie heute noch durch den vorherrschenden Anbau von Mais in Monokultur die wesentlichen Problemverursacher der Anbauphase sind, könnten sie mit alternativen Anbauverfahren auch positive Effekte für den Naturhaushalt erzielen.

Jedoch kann in dieser Gruppe auch ein Wandel beobachtet werden. Während die Landwirte bisher meist eigenverantwortlich oder ggf. in kleineren Zusammenschlüssen wirtschaften und Anlagen betreiben, zeichnen sich durch die geringer werdende Rentabilität der kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlagen - als Folge hoher Substratpreise und mangelnder Wärmekonzepte - sowie neu entstehende Märkte Veränderungen ab. Landwirte werden zu Teilhabern von Betreibergesellschaften, Biogasanlagen und Substrate werden zu Spekulationsobjekten von Investmentfonds. Zudem steigen mit dem neuen Erdgasmarkt neben kommunalen Energieversorgungsunternehmen auch die großen

<sup>18</sup> Zur Erfassung der Akteurslandschaften wurde im SUNREG II-Projekt ein Akteursmodell entwickelt, das auf den genannten drei Akteurskategorien basiert. Diese sind i. W. aus den Wissensfeldern Stoffstrommanagement, Stakeholderanalyse, nachhaltige Regionalentwicklung, Regional Governance, Netzwerke, Regionale Innovationssysteme abgeleitet.

<sup>19</sup> Aus den drei aufgeführten Akteurskategorien wurden mit 43 ausgewählten Akteuren der drei niedersächsischen Modellregionen leitfadengestützte Interviews geführt, zusätzlich wurden 3 Experten aus anderen, besonders erfolgversprechenden niedersächsischen Regionen befragt. Alle Interviews wurden mit dem Programm Atlas.ti ausgewertet.

Energieversorger in den Markt ein. Hierdurch verändern sich die Wertschöpfungsketten und gleichzeitig auch regionale Gestaltungsmöglichkeiten.<sup>20</sup> Diese Wandlungsprozesse gilt es weiter zu beobachten, ebenso welche Veränderungen sich wiederum durch das neue EEG 2009 ergeben, das kleine Kofermentierungs-Anlagen bis zu einer Leistung von 150 kWel besonders begünstigt.

In der *Kategorie B* sind insbesondere die Akteure der in Kapitel 4.1 genannten Raumnutzungen und Anwohner im Umkreis der Anlagen direkt und indirekt betroffen. Je nach Konfliktlage und persönlichem Engagement Einzelner (re-)agieren diese regional sehr unterschiedlich, sodass keine charakteristischen Akteursgruppen oder Konstellationen als besonders relevant herausgestellt werden können. Hervorheben lässt sich jedoch das Phänomen, dass die überregionalen Verbände, Vereine oder Interessensgemeinschaften auf Landes-, Bundes- oder EU-Ebene sich einheitlich aktiver beteiligen als die örtlichen Interessensvertreter. Diese Situation sticht besonders bei den Naturschutzverbänden hervor. So setzen sich die Bundes- und Landesvertretungen der Naturschutzverbände intensiv mit der Thematik auseinander und haben bereits verschiedene Empfehlungen für einen naturverträglichen Ausbau der energetischen Biomassenutzung erarbeitet.<sup>21</sup> Demgegenüber engagieren sich die ortsansässigen Vertreter des Naturschutzes eher vereinzelt, was allerdings vermutlich nicht zuletzt durch ihr ehrenamtliches Engagement begründet ist.

Auch in *Kategorie C* sind die Akteurslandschaften regional sehr unterschiedlich ausgeprägt und die vorgefundenen Gestaltungsansätze reichen von *Laissez-faire*-Haltungen über die gezielte Nutzung formeller Steuerungsmöglichkeiten auf kommunaler Ebene, insbesondere im Bereich der Anlagen durch die Bauleitplanung und Genehmigungsverfahren, bis hin zu proaktiven Ansätzen mit neuen Allianzen und Governance-Formen.

Gestaltungsmöglichkeiten durch das formale planerische Instrumentarium konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Phase der Umwandlung, d.h. die Biogasanlagen. Hier ist ein umfangreiches, gleichzeitig aber auch stark zersplittertes und nicht auf die neuen Systeme zugeschnittenes Planungsinstrumentarium vorhanden (vgl. Kap. 4.1<sup>22</sup>). Umweltbezogene Auswirkungen werden grundsätzlich im Zuge der erforderlichen Genehmigungsverfahren und Umweltprüfungen beurteilt und minimiert. Je nach Größe der Komponenten einer Biogasanlage sowie der Leistung des Generators erfolgt die Genehmigung nach BImSchG oder nach BauGB mit oder ohne vorherige Aufstellung eines Bebauungsplans (Klinski 2005 – 2008 in Günnewig, Wachter 2007: 303). Für die derzeit vorherrschenden kleinen, dezentralen Biogasanlagen liegen die Gestaltungsmöglichkeiten damit insbesondere auf der kommunalen Ebene. Planerische Lösungen bieten sich hier beispielsweise durch die Darstellung von „Zonen für Biogasanlagen“ in Flächennutzungsplänen (Röhnert 2006: 76; grundlegend dazu siehe auch den Beitrag von Einig zu den Planzeichen zur Infrastruktur in diesem Band).

<sup>20</sup> Weiterführend zu verschiedenen Kooperationsmodellen s. beispielsweise das Informationsangebot auf der Homepage der Deutschen Energie-Agentur (Dena): <http://www.biogaspartner.de/index.php?id=10120&L=> (Stand: Dez. 2008).

<sup>21</sup> Vgl. Nabu-Positionspapier „Nachwachsende Rohstoffe“ und „Energetische Nutzung von Biomasse“ ([www.nabu.de](http://www.nabu.de)); BUND-Positionspapier „Energetische Nutzung von Biomasse“ ([www.bund.de](http://www.bund.de)).

<sup>22</sup> Siehe weiterführend dazu Klinski (2008) sowie grundlegend zur Verankerung des Klimaschutzes im raumbezogenen Planungsrecht Janssen, Albrecht (2008).

Allerdings kann die kommunale Ebene großräumige Fragestellungen für die Standortwahl von Biogasanlagen und insbesondere den damit verbundenen Einzugsbereichen für die Biomasseerzeugung nicht ausreichend steuern. Potenziale bietet hier die regionale und überregionale Raumplanung über die Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten oder Eignungsgebieten (Pielow 2007; SRU 2007: Tz 69 f.). Allerdings reagiert die überörtliche Planung bislang eher zurückhaltend, was „ein fehlendes Problembewusstsein vermuten lässt“ (Pielow 2007).

In einigen Regionen finden sich proaktive Gestaltungsansätze. Exemplarisch sei hier die „Innovations- und Kooperationsinitiative Bioenergie“ (IKI Bioenergie) im niedersächsischen Landkreis Rotenburg/Wümme hervorgehoben,<sup>23</sup> deren Zielsetzung es ist, einen an die Region angepassten Ausbau der Bioenergienutzung zu ermöglichen, Akteure zu vernetzen, die Verwirklichung von Bioenergieprojekten zu beschleunigen und Fehlentwicklungen zu vermeiden. Hierfür wurde eine siebenköpfige Lenkungsgruppe gebildet, die aus Vertreter/-innen der örtlichen Politik, Finanzwirtschaft, landwirtschaftlichen Organisationen, dem NABU, Anlagenbetreibern und anderen bedeutenden Unternehmen sowie – ohne Stimmrecht – der Regionalplanung besteht, die aus persönlichem Engagement heraus die Koordination übernimmt. Regelmäßige Treffen, in die auch Energieversorgungsunternehmen (EVUs) sowie landesweit agierende Akteure eingebunden sind, z. B. 3N (Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe) und Einrichtungen der Wissenschaft und Forschung, sichern die Zusammenarbeit in verschiedenen Themenfeldern. Weitere proaktive Gestaltungsansätze finden sich in den Bioenergieregionen-Initiativen,<sup>24</sup> in Niedersachsen z. B. im Bioenergieort Jühnde und damit verbunden im Landkreis Göttingen.

Durch diese neuen Allianzen und Governance-Strukturen scheinen gute Voraussetzungen für einen längerfristigen Erfolg im Sinne regionaler Innovationssysteme vorzuliegen, denen eine erhöhte Innovationskraft sowohl im Hinblick auf technische als auch auf institutionelle (Nachhaltigkeits-)Innovationen zugeschrieben werden kann. Als fördernd gilt insbesondere die räumliche und soziale Nähe unterschiedlicher Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung, intermediären Organisationen etc., die einen Informationsaustausch pflegen und über Kooperations- und Netzwerkstrukturen entlang der Prozesskette verfügen (z. B. Cooke et al. 1997; Koschatzky 2001).

Für die unterschiedlichen Entwicklungsaktivitäten in den Regionen scheint die Verfügbarkeit von Fördermitteln (z. B. für Regionale Entwicklungskonzepte) allein nicht auszureichen, um tragfähige Strukturen zu etablieren. Entscheidend hierfür scheint eher zu sein, ob sich geeignete Promotoren finden, die sich gezielt für die Entwicklung des Biogaspfades einsetzen (Steinkraus et al. 2010). Gestützt werden diese empirischen Beobachtungen aus Niedersachsen durch Untersuchungen zur bereits weit fortgeschrittenen energetischen Biomassenutzung in Österreich. So beschreiben Rohrer und Späth (2008) eine neue Logik der biomassebasierten Infrastrukturentwicklung im ländlichen Raum: Einerseits folge der Aufbau einer Biomasse-Infrastruktur marktwirtschaftlichen Prinzipien mit unabhängigen

<sup>23</sup> Vgl. [www.lk-row.de](http://www.lk-row.de); ähnliche Strukturen finden sich beispielsweise im Rahmen der Bioenergieoffensive Südniedersachsen im Landkreis Northeim: [www.landkreis-northeim.de/gra/wirtschaft/7969\\_DEU\\_HTML.php](http://www.landkreis-northeim.de/gra/wirtschaft/7969_DEU_HTML.php)

<sup>24</sup> Zu verschiedenen Regionen vgl. z. B. Wettbewerb Bioenergieregionen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ([www.bioenergie-regionen.de](http://www.bioenergie-regionen.de)).

Anbietern von Anlagen(teilen), Dienstleistungen und Fernwärmeanschlüssen. Andererseits sei die Infrastrukturentwicklung aber auch von einem starken politischen Interesse an einer funktionierenden Biomasse-Infrastruktur geprägt, begründet durch energie- und umwelt- oder regionalpolitische Ziele oder auch landwirtschaftliche Interessensvertretungen. Darüber hinaus stellen die Autoren ein überdurchschnittlich hohes Sozialkapital in solchen Gemeinden fest, in denen es gelingt, die stark fragmentierte Wärmeversorgung kollektiv zu entwickeln (Rohracher, Späth 2008). Diese und weitere Hinweise der Autoren scheinen auch für die in Deutschland noch anstehenden Entwicklungen – insbesondere zur Optimierung der Wärmeversorgungskonzepte – richtungweisend und sollten weiter verfolgt werden. Weiterführende Aufschlüsse für die Entwicklungen in den ländlichen Regionen Deutschlands dürfte zudem die Begleitforschung des durch das BMELV geförderten Wettbewerbs der Bioenergieregionen bringen.<sup>25</sup>

## **5 Planerische Herausforderungen und Perspektiven für ein regionales (Energie-)Ressourcenmanagement**

Betrachtet man zusammenfassend das (natur-)räumliche Wirkungsspektrum sowie die vielfältigen neuen Akteurslandschaften und Gestaltungsansätze des Biogaspfades und zieht zusätzlich die Veränderungen in Betracht, die sich durch den Ausbau der anderen erneuerbaren Energieträger in den Kulturlandschaften vollziehen, wird der erhöhte Koordinierungsbedarf in den Regionen evident, denn alle drei Energiemärkte (Strom, Wärme, Kraftstoffe) entwickeln sich dynamisch und führen auch untereinander zu Flächen- und Nutzungskonkurrenzen. Sollen die Chancen der regional verfügbaren (Energie-)Ressourcen optimal im Sinne nachhaltiger regionaler Energieversorgungskonzepte genutzt werden, die regionalwirtschaftliche Effekte mit sozial- und umweltverträglichen Entwicklungen in Einklang bringen, sind die Regionen daher gefordert, diese Prozesse möglichst schnell aktiv mitzugestalten und dabei integrierte Lösungsansätze zu entwickeln, denn die Flächenressourcen für die erneuerbaren Energien sind knapp und nicht vermehrbar. Damit sind auch planerische Lösungsansätze gefragt, die weit über das traditionelle, flächenbezogene und im Energiebereich bisher vornehmlich standort- und leitungstrassensichernde Planungsverständnis hinausgehen und das Thema Energie proaktiv als eigenes Handlungsfeld begreifen.

Erste konzeptionelle Beiträge zu formalen Gestaltungsmöglichkeiten der Regionalplanung im Bereich Energie hat der Arbeitskreis der Akademie für Raumforschung und Landesplanung zur Operationalisierung des Nachhaltigkeitsprinzips in der Regionalplanung erarbeitet (ARL 2000: 139 ff.). Verbunden mit dem viel beschworenen gewandelten Planungsverständnis in Richtung aktivierender, kollektiver Planungs- und Managementprozesse sowie den vorhandenen Ansätzen zur strategischen Planung (Hamedinger et al. 2008), den in der Managementlehre allgemein anerkannten Prinzipien kontinuierlicher Verbesserungsprozesse (z. B. Kanning 2001) und den Ansätzen aus dem Bereich des Stoffstrommanagements (de Man, Claus 1998) werden auf dieser Basis im Folgenden Perspektiven aufgezeigt (siehe Abbildung 5),

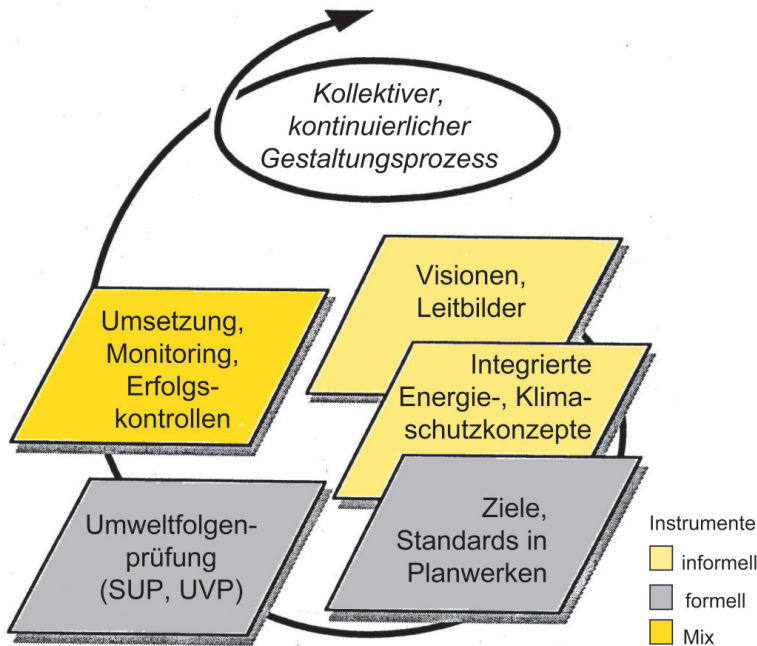
---

<sup>25</sup> <http://www.bioenergie-regionen.de/cms35/Ausschreibung.2032.0.html>.

- wie die räumliche Planung zukünftig ein integriertes, d.h. energieträgerübergreifendes regionales (Energie-)Ressourcenmanagement proaktiv (mit-)gestalten könnte,
- welche Bausteine ein (Energie-)Ressourcenmanagement im Einzelnen umfassen sollte,
- wie vorhandene sowie in Entwicklung befindliche informelle und formelle Instrumente dieses ausfüllen könnten und
- in welchen Bereichen noch Forschungsbedarfe bestehen.

Spezielle Ausführungen beziehen sich dabei im Kontext des vorliegenden Beitrags exemplarisch auf den Bereich Bioenergie bzw. den regional besonders bedeutsamen Biogaspfad.

Abb. 5: Bausteine für ein proaktives, regionales (Energie-)Ressourcenmanagement



Quelle: Kanning et al. 2009 (Die Prozessgrafik entspricht der Umweltmanagementnorm DIN EN ISO 14001)

### Kollektiver Gestaltungsprozess

Da sich die Technologien und auch die Energiemärkte dynamisch verändern, können einmalige Konzepte keine abschließenden Antworten für die nächsten zehn oder gar zwanzig Jahre liefern. Insgesamt muss ein Regionales (Energie-)Ressourcenmanagement daher als ein kollektiver Gestaltungsprozess begriffen werden, der im Sinne der allgemein anerkannten Managementprinzipien als kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) aufgefasst werden sollte.



Sofern es noch keine regionalen Initiativen gibt, könnte die Raumordnung eine Initiativfunktion, in jedem Fall aber eine Koordinierungsfunktion übernehmen. Ein entsprechender *Planungs- bzw. Gestaltungsauftrag* für einen proaktiven, alle Akteure einbeziehenden Prozess der Kulturlandschaftsentwicklung, in den sich die Gestaltung neuartiger „Energielandschaften“ nahtlos einfügt, ergibt sich aus dem ROG und ist in den Leitbildern der Raumentwicklung von der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) speziell im Leitbild 3 „Ressourcen bewahren, Kulturlandschaften gestalten“ mit räumlichen Schwerpunkten präzisiert (BMVBS o. J.).

Hauptaktionsfeld wäre die regionale Ebene und Hauptakteur damit die Regionalplanung, die im Sinne einer aktivierenden, „strategischen Regionalplanung“ (ARL 2007) die Entwicklungsprozesse moderierend begleiten und (mit-)gestalten könnte, wie es in einigen Regionen bereits geschieht (siehe Kapitel 4.2). Vorgeschaltet sollten auf Landesebene möglichst konkrete Zielvorgaben entwickelt und Planungsaufträge erteilt werden (ARL 2000: 139 ff.). Entsprechende Ansätze finden sich beispielsweise in Brandenburg und Rheinland-Pfalz.<sup>26</sup> Idealerweise sollten die Länderkonzepte zudem mit einem integrierten nationalen Energiekonzept korrespondieren.

### *Visionen, Leitbilder*

Um einen regionalen Konsens über die regionsspezifischen Entwicklungspfade herzustellen, sollten zunächst Visionen für eine nachhaltige Energieversorgung entwickelt und offene Leitbilddiskussionen geführt werden, in die alle (regional) bedeutsamen Akteure inklusive der Energieversorgungsunternehmen einbezogen werden, um gemeinsame Strategien zu entwickeln, mögliche Interessengegensätze abzubauen, die Akzeptanz für erneuerbare Energien zu erhöhen und die Umsetzung in den Teilräumen zu fördern (Wachter et al. 2006: 157). Hierfür sollten maßgeblich auch die Erkenntnisse der Gender- und Diversity-Forschung proaktiv genutzt werden, die den Blick für die Entwicklung regional angepasster, diversifizierter Strategien öffnen helfen (siehe Hofmeister (Kap. 3) in diesem Band).

Idealerweise sollten dabei energieträgerübergreifende Visionen und Leitbilder entwickelt werden, wie Regionen ihre Energieversorgung zukünftig weitestgehend auf der Basis regionalspezifischer Energiemixe decken können. Während sich für kleinere, ländliche Regionen bereits entsprechende Ansätze finden (z. B. Landkreis Fürstentum Fürstentum), stellt dieses für größere, urbane Stadtlandschaften noch eine weitaus größere Herausforderung dar.

Im Bereich der Bioenergie gilt es dabei auch die konkurrierenden Nutzungspfade für Strom, Wärme und Kraftstoffe zu betrachten und ggf. gegeneinander abzuwägen. Allgemein bietet die Strom- und Wärmenutzung mit folgenden Pfaden die bestmöglichen Optionen für nachhaltige, regionale Energieversorgungskonzepte, sowohl unter Umweltgesichtspunkten als auch aus regionalökonomischer Perspektive (siehe Kap. 3; SRU 2007; WBA 2007):

---

<sup>26</sup> Weiterführend zu bundeslandspezifischen Aktivitäten siehe Mez et al. (2008).



- Verstärkte Reststoffnutzung (tierische und pflanzliche Nebenprodukte),
- Wärmeerzeugung aus Festbrennstoffen,
- gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung.

Unter den verschiedenen Bioenergiepfaden bietet der Biogaspfad für ländliche Regionen besondere Entwicklungspotenziale. Große Herausforderungen bestehen hier jedoch neben der Koordinierung von Flächennutzungsansprüchen noch im Hinblick auf die systematische energiewirtschaftliche Integration in Strom- und Wärmeversorgungskonzepte.

### *Integrierte regionale Energie- und Klimaschutzkonzepte*

Mit den Leitbild Diskussionen einhergehen sollte die Erarbeitung regionaler Energie- und Klimaschutzkonzepte, um die konsensualen, regionalen Energie-Entwicklungspfade zu spezifizieren und umzusetzen. Vorbilder bieten die regionalen Energiekonzepte, die in den 1980er Jahren Konjunktur hatten (Lutter 1995: 221), im Zuge der Liberalisierungs- und Privatisierungsprozesse aber weitgehend eingestellt wurden (Monstadt 2004). Aktuelle Ansätze finden sich beispielsweise in Brandenburg (z. B. Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald o. J.) und Rheinland-Pfalz (z. B. Planungsgemeinschaft Rheinpfalz 2005, Planungsgemeinschaft Region Trier 2001).<sup>27</sup>

Aufbauend auf der Erhebung der regionalen Bedarfe und angebotsseitigen, regionalen Energiepotenziale sollte in einem regionalen Entwicklungskonzept u. a. definiert werden, welche Anteile die verschiedenen (erneuerbaren) Energien im Einzelnen übernehmen sollen, bis zu welchem Zeitpunkt diese jeweils bereitgestellt werden sollen und idealerweise auch, in welchen Teilräumen die jeweiligen erneuerbaren Energieträger schwerpunktmäßig gewonnen werden sollen (Wachter et al. 2006: 155 f.).

Komplementär zu den angebotsseitigen, regionalen Energiepotenzialen sollten darin auch nachfrageseitige Strategien integriert werden, wie energieeffiziente Bauweisen u. a. (Hofmeister 2000), die sich heute vielfach in lokalen und regionalen Klimaschutzkonzepten finden.

### *Ziele, Standards in Planwerken*

Über die informelle Gestaltungsebene hinaus sollten für die regionsspezifischen Energiepfade auch in den formalen Planungsinstrumenten räumlich und sachlich konkrete Ziele und Standards definiert werden, um die verschiedenen Nutzungsinteressen aufeinander abzustimmen und ggf. eine Abwägung konfligierender Belange vorzunehmen (ARL 2000: 151 f.; SRU 2007: Tz 69 ff.). Hierzu bedarf es entsprechender inhaltlicher Erweiterungen in den Planwerken, ähnlich wie im Bereich der Windenergie, sowie einer intensiven, interdisziplinären Zusammenarbeit der räumlichen Gesamtplanungen mit den berührten Fachdis-

<sup>27</sup> Das letztgenannte Beispiel der Region Trier (Rheinland-Pfalz) ist neben den Regionen Hannover (Niedersachsen), Annaberger Land (Sachsen) und Nordschwarzwald (Baden-Württemberg) Modellvorhaben des MORO-Vorhabens „Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte – Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung“, das weitere Hinweise zum Themenfeld erarbeitet hat.

ziplinen. Für die Gestaltung des Biogaspfades sind dieses nach derzeitigem Kenntnisstand insbesondere die kommunale Bauleitplanung, der Naturschutz, die Wasserwirtschaft, die Land- und Forstwirtschaft und die Energiewirtschaft (siehe Kap. 4.2).

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht insbesondere im Hinblick auf die Implementierung systemischer Betrachtungsweisen sowie für die Bioenergie im Bereich der Anbauflächen. Methodisch bietet die Stoffstromanalysetechnik hierzu einen innovativen, ganzheitlichen Ansatz, mit dem der bisher raumplanerisch eingeschränkte Blick auf die Anlagen und Trassen der Infrastruktursysteme auf das gesamte System erweitert wird und auf deren Basis integrierte Lösungskonzepte entwickelt werden können.

In Bezug auf die Anbauflächen sind in erster Linie die Fachplanungen gefragt, spezielle Aussagen für den Energiepflanzenanbau zu formulieren, im Hinblick auf die Anbaueignung und -ziele die land- und forstwirtschaftliche Planung sowie in Bezug auf die in Kapitel 4.1 dargestellten Empfindlichkeiten des Naturhaushalts, insbesondere die naturschutzfachliche Landschafts(rahmen)planung und die wasserwirtschaftliche Planung (DRL 2006: 33 f.).

Zu der Frage, inwieweit im Rahmen der räumlichen Gesamtplanung planerische Aussagen getroffen werden können, die eine geeignete Steuerungswirkung entfalten, besteht noch Forschungsbedarf (SRU 2007: Tz 69 f.). So wird z. B. die Frage, ob die Ausweisung von Vorrangflächen o. ä. für den Energiepflanzenanbau im Rahmen der Regionalplanung ein geeignetes Instrument ist, kontrovers diskutiert. Dagegen spricht z. B., dass sich die Anbauverfahren und Konversionstechnologien dynamisch weiterentwickeln und das Instrument der Vorrangflächenausweisung zu starr erscheint. Dafür plädiert beispielsweise der SRU (2007) i. S. einer Negativplanung, d. h. über Vorrang-/Vorsorgeflächenausweisungen der jeweils betroffenen Raumnutzungen (z. B. Wasserwirtschaft, Naturschutz) empfindliche Bereiche zu schützen. So können beispielsweise Flächen für die Gründlandbewirtschaftung durch die Ausweisung von Vorranggebieten für Natur und Landschaft regionalplanerisch gesichert werden, wie es im aktuellen Raumordnungsprogramm des Zweckverbands Großraum Braunschweig erfolgt ist (ZGB 2008). Ein anderes Umsetzungsbeispiel mit einer Festlegung von Vorbehaltsgebieten für die Errichtung regionalbedeutsamer Biogasanlagen findet sich im Teilregionalplan Regenerative Energien des Regionalverbandes Nordschwarzwald (Regionalverband Nordschwarzwald 2007). Daneben gibt es auch Vorschläge, naturverträgliche Anbauflächen auf kommunaler Ebene im Rahmen von städtebaulichen Verträgen festzulegen (Günnewig, Wachter 2007: 318).

Planerisch sollte insbesondere auch auf die räumliche Nähe zwischen Biogasanlagen und geeigneten Wärmeabnehmern im angrenzenden Siedlungsbereich hingewirkt werden, um gekoppelte Strom- und Wärmenutzungen zu ermöglichen. Vorbilder finden sich z. B. für die örtliche Raumplanung in Österreich. So haben beispielsweise Mitter und Stöglehner (2007) einen konzeptionellen Vorschlag für die raumplanerische Umsetzung eines lokalen Nah- und Fernwärmeversorgungskonzepts entwickelt, das sowohl die Anlagenstandorte als auch Gebietsausweisungen für die Versorgungsflächen sowie den Trassenverlauf der Netzinfrastruktur zur Versorgung mit forstlicher Biomasse umfasst.

Weiterer Forschungsbedarf es in diesem Kontext zudem, wie die formellen Planungsinstrumentarien dynamisiert werden können, um die erforderlichen kontinuierlichen Verbesserungsprozesse adäquat unterstützen zu können.

### *Umweltfolgenprüfungen*

Über die Integration energiebezogener Aussagen in die formalen Planungsinstrumente erfolgt zugleich eine Kopplung mit den Umweltfolgenprüfungen im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung (SUP) und vorhabenbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Auch in diesem Kontext bedarf es jedoch noch weiterer Forschung, insbesondere wo und wie die Folgen für die Flächennutzung in diesen Verfahren berücksichtigt werden können (z. B. Wachter et al. 2006: 155).<sup>28</sup>

### *Umsetzung, Monitoring, Evaluation*

Für die Umsetzung der Energiekonzepte spielen je nach Energieträger und -markt unterschiedliche Akteure eine Rolle. Für den Biogaspfad haben die Landwirte derzeit eine Schlüsselfunktion (siehe Kap. 4.2). Hiermit einhergehend spielt die Beratung der Landwirte eine besondere Rolle, um die heute vorherrschenden Maismonokulturen zeitnah durch neue naturverträgliche Anbauverfahren und neue Ackerfrüchte mit ebenso hohen Biomasseerträgen abzulösen (vgl. Kap. 4.1). Dieses wäre in erster Linie eine Aufgabe der zuständigen landwirtschaftlichen Beratungsinstitutionen (Landwirtschaftskammern etc.) (Steinkraus et al. 2010).

Ein professionelles Management entsprechender Prozesse erfordert zudem ein kontinuierliches Monitoring und eine Evaluation der erreichten Ziele. Diese Themen sind in der Raumplanung bisher noch am wenigsten bearbeitet worden und gehören daher ebenfalls noch in die Kategorie Forschung und Entwicklung. Anknüpfungspunkte finden sich z. B. im Rahmen der SUP, die ein Monitoring der wesentlichen Umweltauswirkungen fordert. Daneben bieten sich für den Biogaspfad im Bereich der Landwirtschaft fortgeschrittene Ansätze, die insbesondere mit Hilfe von betrieblichen Managementsystemen (Haaren et al. 2008) noch weitere Perspektiven eröffnen. Über die Monitoring- und Evaluationsfunktion hinaus schafft die Einführung betrieblicher Managementsysteme die Voraussetzungen dafür, auch selbstreflexive Mechanismen zu entwickeln und so die eigendynamischen Innovationskräfte der Wirtschaftsakteure selbst strategisch für die kontinuierliche Verbesserung der regionalen Energieversorgungsprozesse mit zu nutzen (Kanning 2005: 168 ff.).

Die vorangegangenen facettenartigen Ausführungen zeigen, dass insgesamt eine breite Instrumentenpalette zur Verfügung steht, die es zur Gestaltung der Energiewende systematisch weiterzuentwickeln gilt. Dabei gilt es zu bedenken, dass die Entwicklung einer nachhaltigen Energieversorgung eine Aufgabe historischen Ausmaßes ist, denn auch die Entwicklung der heutigen Energieversorgung auf der Basis fossiler Energien hat fast ein Jahrhundert gedauert. Hiermit sind auch die institutionellen Strukturen gewachsen, die ebenso auf die neuen nachhaltigen Energieversorgungsstrukturen ausgerichtet werden müssen wie auch die finanziellen und personellen Ressourcenausstattungen der Planungsinstitutionen, die unterstützend mitwirken sollen. Letztlich ist es daher eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung, die Energiewende nachhaltig zu gestalten.

<sup>28</sup> Vgl. hierzu z. B. den 10. UVP-Kongress 2010: „Neue Energien und Herausforderungen für die Umweltprüfungen“ in Schwäbisch Hall vom 29.09-02.10.2010.

## Literatur

- 3N – Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe (2006): Aktuelle Meldungen – 14.06.2006 – Erdgas aus Biogas. <http://www.3-n.info> (03.08.2010).
- 3N – Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe (2008): Aktuelle Meldungen – 24.06.2008 – Biogas im Erdgasnetz hat große Zukunft. <http://www.3-n.info> (03.08.2010).
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2007): Wir leben regional – Es ist Zeit für eine gut funktionierende Regionalentwicklung. = Positionspapier aus der ARL 74. Hannover.
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (2000): Nachhaltigkeitsprinzip in der Regionalplanung – Handreichung zur Operationalisierung. = Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 212. Hannover.
- Baccini, P.; Bader, P. H. (1996): Regionaler Stoffhaushalt: Erfassung, Bewertung und Steuerung. Heidelberg.
- Baccini, P.; Brunner, P.H. (1991): Metabolism of the Anthroposphere. Berlin, Heidelberg.
- Biogasforum am Niedersächsischen Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forstwirtschaft (2007): Stand und Perspektiven der Biogasnutzung in Niedersachsen. Hannover.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2008a): Biogas und Umwelt – Ein Überblick. Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008b): Vergleich der Vergütungsregelungen für 2009. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg\\_2009\\_verguetungsdegression\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2009_verguetungsdegression_bf.pdf) (22.10.2010).
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2003): Nutzung von Biomasse in Kommunen. Ein Leitfaden. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (o.J.): Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland. Bonn.
- Buchholz, W.; Wild, U. (2008): Regionale Wertschöpfung durch Klimaschutz. In: PlanerIn 2008 (3), 21-22.
- Buhr, N.; Kanning, H.; Rode, M. (2010): Raumanalyse II – Auswirkungen auf andere Raumnutzungen. In: Rode, Kanning (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Stuttgart 91-156.
- Buhr, N.; Kanning, H. (2008a): Raumverträglichkeit erneuerbarer Energieträger – Räumliche Auswirkungen des Biogaspfades und planerische Strategien. PlanerIn 2008 (3), 23-24.
- Buhr, N.; Kanning, H. (2008b): Biogas – Wechselwirkungen des Energiepflanzenanbaus mit anderen Raumnutzungen. In: Erneuerbare Energien 2008 (6), 76-77.
- Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.; Kanning, H.; Rode, M. (2006): Umwelt- und raumverträglicher Ausbau der energetischen Biomassenutzung. In: UVP-Report 2006/20 (4), 168-173.
- Bundesregierung (2007): Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund\\_meseberg.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_meseberg.pdf) (09.08.2010).
- Cooke, P.; Uranga, M. G.; Etxebarria, G. (1997): Regional Innovation Systems: Institutional an organisational dimensions. In: Research Policy 1997 (26), 475-491.
- Dany, C. (2008): Wärmekonzepte: Schluss mit der Verschwendung. In: Joule 2008 (1), 41-46.
- De Man, R.; Claus, F. (1998): Kooperationen, Organisationen und Akteure. In: Friege, H.; Engelhardt, C.; Henseling, K. O. (Hrsg.): Das Management von Stoffströmen. Berlin, 72-81.
- Dena – Deutsche Energie-Agentur (2006): BtL-Realisierungsstudie. Berlin.
- DRL – Deutscher Rat für Landschaftspflege (2006): Die Auswirkungen erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft. Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landschaftspflege 79. Meckenheim.
- Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 12. Deutschen Bundestages (1994): Die Industriegesellschaft gestalten. Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn.

- ETI – Brandenburgische Energie Technologie Initiative bei der IHK Potsdam (Hrsg.) (o. J.): Biomasse für SunFuel – Ergebnisse. Potsdam.
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2006): Biokraftstoffe – eine vergleichende Analyse. Gülzow.
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2008a): Daten und Fakten. [http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/pressemitteilungen/archiv/archiv-nachricht/?tx\\_ttnews%5Bttnews%5D=849&tx\\_ttnews%5Byear%5D=2008&tx\\_ttnews%5Bmonth%5D=10&tx\\_ttnews%5Bday%5D=13&cHash=143ff55362d85a05f3ffc7556661608c](http://www.nachwachsenderohstoffe.de/presseservice/pressemitteilungen/archiv/archiv-nachricht/?tx_ttnews%5Bttnews%5D=849&tx_ttnews%5Byear%5D=2008&tx_ttnews%5Bmonth%5D=10&tx_ttnews%5Bday%5D=13&cHash=143ff55362d85a05f3ffc7556661608c) (03.08.2010).
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) (2008b): Daten und Fakten. <http://www.nachwachsende-rohstoffe.de/cms35/index.php?id=2290&spalte=3> (13.07.2008).
- Günnewig, D.; Wachter, T. (2007): Ökologische Bewertung der von der Nutzung Erneuerbarer Energien ausgehenden Auswirkungen auf Natur und Landschaft im Sinne von § 20 Abs. 1 EEG. In: Staiß, F.; Schmidt, M.; Musiol, F. (Hrsg.): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2007 gemäß § 20 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart, 282-354.
- Haaren, C. v.; Hülsbergen, K.-J.; Hachmann, R. (Hrsg.) (2008): Naturschutz im landwirtschaftlichen Betriebsmanagement. Stuttgart.
- Hamedinger, A.; Frey, O.; Dangschat, J. S.; Breitfuss, A. (Hrsg.) (2008): Strategieorientierte Planung im kooperativen Staat. Wiesbaden.
- Held, M.; Hofmeister, S.; Kümmerer, K.; Schmid, B. (2000): Auf dem Weg von der Durchflußökonomie zur nachhaltigen Stoffwirtschaft. Ein Vorschlag zur Weiterentwicklung der grundlegenden Regeln. In: GAIA 9 (4), 257-266.
- Hemmers, R.; Kaniuth, K.; Dietzsch U.; Eberhard J.; Berner H. J. (2005): Bioenergienutzung – Strategien und Optionen für lokale und regionale Energiedienstleistungsunternehmen. Düsseldorf.
- Hofmeister, S. (1989): Stoff- und Energiebilanzen. Zur Eignung des physischen Bilanz-Prinzips als Konzeption der Umweltplanung. = Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung 58. Berlin.
- Hofmeister, S. (2000): Energiemanagement – Eine Herausforderung für die Umweltplanung. In: UVP-Report 2000/14 (1), 8-13.
- Hofmeister, S.; Hübler, K.-H. (1990): Stoff- und Energiebilanzen als Instrument der räumlichen Planung. = Beiträge der ARL 118. Hannover.
- IE – Institut für Energetik und Umwelt (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Leipzig.
- Janssen, G.; Albrecht, J. (2008): Umweltschutz im Planungsrecht – Die Verankerung des Klimaschutzes und des Schutzes der biologischen Vielfalt im raumbezogenen Planungsrecht. = UBA-Texte 10/08. Dessau.
- Kanning, H. (2001): Umweltbilanzen - Instrumente einer zukunftsfähigen Regionalplanung? = UVP-Spezial 2001/17. Dortmund.
- Kanning, H. (2005): Brücken zwischen Ökologie und Ökonomie – Umweltplanerisches und ökonomisches Wissen für ein nachhaltiges regionales Wirtschaften. München.
- Kanning, H.; Buhr, N.; Steinkraus, K. (2009): Erneuerbare Energien – Räumliche Dimensionen, neue Akteurslandschaften und planerische (Mit)Gestaltungsoptionen am Beispiel des Biogaspfades. In: Raumforschung und Raumordnung 67 (2), 142-156.
- Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.) (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Berlin.
- Klinski, S. (2008): Genehmigungsrechtliche Aspekte bei Biogasanlagen. In: IFEU & Partner (Hrsg.): Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland, BMU-Studie FKZ: 0327544. Heidelberg.
- Koschatzky, K. (2001): Räumliche Aspekte im Innovationsprozess – Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftsgeographie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung. Münster.

- Lutter, H. (1995): Energiekonzepte, regionale und kommunale. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover, 220-221.
- LWK – Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2007): Biogas: Fachliche Stellungnahme der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/204/article/8697/page/print.htm/> (16.10.2007).
- Mez, L.; Schneider, S.; Reiche, D.; Klinski, S.; Schmitz, E. (2008): Zukünftiger Ausbau erneuerbarer Energieträger unter besonderer Berücksichtigung der Bundesländer. Berlin.
- Mitter, H.; Stöglehner, G. (2007): Nah- und Fernwärmeversorgung aus forstlicher Biomasse als Inhalt örtlicher Raumplanung in Österreich. In: UVP-Report 21(5), 313-317.
- Monstadt, J. (2004): Die Modernisierung der Stromversorgung. Wiesbaden.
- Nds. MU – Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2007): Bau von Biogasanlagen. Pressemitteilung 31/2007 vom 15.03.2007.
- Nitsch, J. (2007): Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ – Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Stuttgart.
- Peters, W. (2007): Die möglichen Risiken des Biomasseanbaus für Natur und Landschaft und ihre öffentliche Wahrnehmung. In: BfN - Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Biomasseproduktion – ein Segen für die Land(wirt)schaft? Bonn, 10-18.
- Pielow, C. (2007): Rechtsprobleme bei der Erzeugung von Biogas und der Einspeisung ins Erdgasnetz. [http://www.umsicht.fraunhofer.de/veranstaltungen/veranstaltung.php?name=070620\\_juri\\_biogasei](http://www.umsicht.fraunhofer.de/veranstaltungen/veranstaltung.php?name=070620_juri_biogasei). (03.08.2010).
- Planungsgemeinschaft Rheinpfalz (Hrsg.) (2005): Erneuerbare-Energien-Konzept für die Region Rheinpfalz. Mannheim.
- Planungsgemeinschaft Region Trier (Hrsg.) (2001): Regionales Energiekonzept Trier als Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung. Trier.
- Regionale Planungsgemeinschaft Lausitz-Spreewald (Hrsg.) (o. J.): Innovative Energieregion Lausitz-Spreewald. Cottbus.
- Regionalverband Nordschwarzwald (2007): Teilregionalplan Regenerative Energien. = Materialien zur Regionalentwicklung 122. Pforzheim.
- Rode, M.; Kanning, H. (2006): Beiträge der räumlichen Planung zur Förderung eines natur- und raumverträglichen Ausbaus der energetischen Biomassenutzung. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Informationen zur Raumentwicklung, Themenheft: Bioenergie – Zukunft für ländliche Räume, Energetische Biomassenutzung in ländlichen Räumen. Bonn, 103-110.
- Rode, M.; Kanning, H. (Hrsg.) (2010): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Stuttgart.
- Röhnert, P. (2006): Biomasseanlagen im Spannungsfeld zwischen baurechtlicher Privilegierung und Bauleitplanung. In: Informationen zur Raumentwicklung 2006 (1/2), 67-80.
- Rohracher, H.; Späth, P. (2008): Vollversorgung und ausdifferenzierte Partizipationschancen. Die Entwicklung der Energieversorgung im ländlichen Österreich. In: Moss, T.; Naumann, M.; Wissen, M. (Hrsg.): Infrastrukturnetze und Raumentwicklung. Zwischen Universalisierung und Differenzierung. Reihe Ergebnisse Sozial-ökologische Forschung. München, 225-248.
- Roskam, A. (2006): Energetische Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen: Nutzungskonflikte und Zusammenarbeit in Ostfriesland – praktische Beispiele. [http://www.enmar.org/sites/regions/weser/download/2006-09-25\\_presentation\\_3.pdf](http://www.enmar.org/sites/regions/weser/download/2006-09-25_presentation_3.pdf) (03.08.2010).
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten. Berlin.
- Steinkraus, K.; Wolf, U.; Lahner, M.; Kanning, H.; Rode, M. (2010): Akteursanalyse. In: Rode, M.; Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Stuttgart, 157-240.



- Unterfrauner, H. (2008): Auswirkung von Biogasgülle auf Bodenparameter unter besonderer Berücksichtigung des Kaliums (K). <http://www.bowasan.at/unterlagen/ALVA%20Biogasg%FClle%202008.pdf> (03.08.2010).
- Vodegel, S. (2008): Anforderungen an Biomasse aus Sicht eines BtL-Anlagenbetreibers. Vortrag anlässlich des Fachsymposiums „Biomasse für Sunfuel®“ der Forschungsk Kooperation der Länder Niedersachsen, Brandenburg, Hessen und der Volkswagen AG. Hannover, 23.04.08.
- Voß, B. (2007): Biomassenutzung in Deutschland Standort und Positionen. In: Tagungsdokumentation Vorträge und Informationen zur 7. Vilmer Sommerakademie: Biomasseproduktion – der große Nutzungswandel in Natur und Landschaft (in Zeiten des Klimawandels) vom 15.-19. Juli 2007. <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/06-07-07-Voss.pdf> (03.08.2010).
- Wachter, T.; Günnewig, D.; Peters, J.; Reichmuth, M.; Naumann, J. (2006): Ansatz für ein regionales Entwicklungskonzept Erneuerbare Energien. In: UVP-Report 20 (4), 155-159.
- WBA – Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung. <http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/382594/publicationFile/23017/GutachtenWBA.pdf;sessionid=670CCB558499EEFF58B740374800898B> (03.08.2010).
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2008): Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Berlin.
- Wiehe, J.; Rode, M. (2007): Auswirkungen des Anbaus von Pflanzen zur Energiegewinnung auf den Naturhaushalt und andere Raumnutzungen. In: Rundgespräche der Kommission für Ökologie 33 „Energie aus Biomasse“. München, 101-113.
- Wiehe, J.; Rode, M.; Kanning, H. (2010): Raumanalyse I – Auswirkungen auf Natur und Landschaft. In: Rode, M.; Kanning, H. (Hrsg.): Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Stuttgart, 21-90.
- Wiersbinski, N.; Ammermann, K.; Karafyllis, N.; Ott, K.; Piechocki, R.; Potthast, T.; Tappeser, B. (2007): Vilmer Thesen zur Biomasseproduktion. [http://www.lepidat.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/03-07-07-Vilmer\\_Thesen\\_2007.pdf](http://www.lepidat.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/03-07-07-Vilmer_Thesen_2007.pdf) (03.08.2010).
- ZGB – Zweckverband Großraum Braunschweig (Hrsg.) (2008): Regionales Raumordnungsprogramm für den Großraum Braunschweig. Braunschweig.